

論文審査の結果の要旨

氏名 宮地 鼓

本論文は日本列島の潮間帯―潮下帯に生息するマルスダレガイ科二枚貝の一種カガミガイ (*Phacosoma japonicum*) を素材として、殻体成長縞形成パターンの時空的変遷を過去 8000 年間にわたって日から年のスケールの時間精度で解析し、日本の沿岸気候変動に対する殻成長特性の応答様式を初めて明らかにした独創的な研究である。

有孔虫殻・サンゴ骨格・貝殻・魚鱗・樹木年輪などの付加型硬組織は、それらを作った生物の成長とそれを支配する環境要因を時系列的に記録しているため、生物―環境相互作用の研究に広く利用されている。しかし、これまで年レベル以下の時間分解能で行われた研究はほとんどなかった。そこで、論文申請者は、カガミガイの素材としての有利性、すなわち1) 殻成長を含む生活史特性の生態学的・遺伝的背景がよく調べられている、2) 殻体内部に年輪のほかに日輪と考えられる微細成長縞が観察される、3) 化石が日本列島各地の第四紀海成層や貝塚から多産する、という点に着目して、本研究を行った。

本論文は、5章から構成される。第1章では、二枚貝類の成長縞を用いた先行研究のレビューと本研究の目的が示されている。第2章では、現生個体についての研究結果がまとめられている。重要な成果として、生体染色個体の解析から本種の微細成長縞（2本の狭い線と2本の幅広い縞のセット）が1朔望日（24時間50分）ごとに形成され、その幅の変動パターンは海洋潮汐の周期を反映していることが確認されたことが挙げられる。この事実に基づき、2003年に東京湾の干潟から採集された3齢個体の成長縞プロフィールに時間目盛りを入れて、朔望日輪の成長と生息場の環境データとの比較が行われた。その結果、本種は、1) 冬の低水温期に微細成長縞の付加を停止し、年輪（冬輪）を形成する、2) 冬輪形成後の成長開始時期は表層水温に支配されている、3) 朔望日輪の成長におもに関与する環境因子は表層海水温（成長最適水温は 21-25℃）であるが、それ以外に塩分や餌となる植物プランクトン量も寄与している、などの事実が明らかになった。

第3章では、日本列島各地の完新世自然貝層や貝塚などから得られた化石カガミガイ計 29 個体についての研究結果がまとめられている。これらの個体は放射性炭素年代測定法により生息年代を決定した後、年輪・朔望日輪の解析が行われた。その結果、東京湾周辺産の化石貝殻の年間成長日数、日平均成長量、朔望日輪の年間付加パターンは完新世の気候変動に応答して変化し、温暖期（約 7000-5000 cal yr BP、完新世気候極相期； 1350-1010 cal yr BP、中世温暖期）の個体は現世の東京湾以南の個体に、また寒冷期（1400-1270 cal yr BP：古墳寒冷期； 510-450 cal yr BP；小氷期）の個体は現世の北海道沿岸の個体に比較されることが示され、本種の殻成長特性は完新世の沿岸気候変動に応

答して変化したことが明らかになった。また、夏から初秋の時期に形成された貝殻が示す酸素同位体比の著しく軽い値や朔望日輪成長量の一時的な下降などから、温暖期の朔望日輪の成長は夏のモンスーンや秋の台風による塩分の低下を反映している可能性が示唆された。

第4章では、NanoSIMS および EPMA を用いた現生カガミガイの微細成長縞中の微量元素組成の高分解能解析結果がまとめられている。分析結果から、一定の表層海水温で形成された殻体部分でも微量元素組成は大きな変動を示し、Sr は微細成長縞に沿った分布を、また Mg は微細成長縞ではなく複合稜柱構造に対応した分布パターンを、それぞれ示すことがわかった。このことから、貝殻構造上の違いがこれらの元素組成変動に寄与していることが示唆された。第5章では、全体の結論と今後の展望がまとめられている。

本論文の独創性は、カガミガイという有利な素材を用いて、付加型硬組織の成長を日～季節レベルの時間分解能で解析する手法を確立するとともに、二枚貝類の殻成長特性の時空的変遷が完新世の沿岸気候変動に応答していることを世界で初めて示した点にある。この手法は他の現生・化石二枚貝類に広く適用できるため、過去から現在にわたる生物-環境相互作用を月～日スケールという高い時間分解で復元し、研究する道を拓いた。また、本論文は古生物学・生態学・気候学・水産学・考古学などを横断する新しい分野の展開につながる可能性を有しており、地球表層環境システムの未来変動予測に直結した基礎研究と位置づけられる。

なお、本論文は棚部一成・Schöne Bernd・横山祐典・松崎浩之・松島義章・佐藤慎一・佐野有司・白井厚太郎との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析し、考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、本論文の独創性・萌芽性と今後の生物-環境相互作用の研究への新たな前途を開拓した点を高く評価し、審査委員会では全員が本論文を博士（理学）の学位に受けるに値すると判断した。